

## СОНОГРАФИЧЕСКАЯ ДИАГНОСТИКА ПНЕВМОТОРАКСА

*Хамидов Обид Абдурахманович, Жураев Камолиддин Данабаевич,  
Муминова Шахло Мураткуловна  
Кафедра Медицинской радиологии, Самаркандский Государственный  
Медицинский Университет, Самарканд, Узбекистан*

**Абстрактный:** Ультразвуковое исследование легких быстро стало надежным методом оценки различных торакальных заболеваний. Одним из важных, хорошо зарекомендовавших себя приложений является диагностика пневмоторакса. Своевременная и точная диагностика пневмоторакса при ведении больного в критическом состоянии может предотвратить развитие опасной для жизни ситуации. Сонографические признаки, в том числе «скольжение легких», «В-линии» или «артефакты хвоста кометы», «А-линии» и «точечный знак легких», могут помочь в диагностике пневмоторакса. Ультразвук имеет более высокую чувствительность, чем традиционная переднезадняя рентгенография грудной клетки в вертикальном положении для выявления пневмоторакса. Небольшие скрытые пневмотораксы могут быть пропущены при рентгенографии во время интенсивной травмы, а рентгенография не всегда возможна у пациентов в критическом состоянии. Компьютерная томография, золотой стандарт обнаружения пневмоторакса, требует транспортировки пациентов за пределы клинической зоны, что ставит под угрозу их гемодинамическую стабильность и задерживает постановку диагноза. Поскольку ультразвуковые аппараты стали более портативными и простыми в использовании, сонография легких теперь позволяет быстро оценить неуравновешенный пациент у постели больного. Эти преимущества в сочетании с низкой стоимостью и простотой использования позволили торакальной сонографии стать полезным методом во многих клинических условиях.

**Вступление:** Использование ультразвука (УЗИ) в диагностике и лечении пациентов является хорошо зарекомендовавшим себя методом, который существует уже много лет. Торакальная сонография является довольно новым по сравнению с другими общепринятыми ультразвуковыми приложениями и все еще быстро развивается. Использование торакального УЗИ получило медленное признание из-за традиционного учения о том, что заполненные воздухом легкие не подходят для ультразвука. Плохая визуализация является результатом удержания воздуха между легкими и грудной стенкой, что препятствует распространению ультразвукового луча в париетальную плевру и глубокие структуры легких, что приводит к возникновению артефактов. За последнее десятилетие прикроватная эхография легких заняла прочное место в литературе для диагностики торакальных заболеваний. Это развитие основано на улучшенном понимании и оценке сонографических артефактов, создаваемых взаимодействием воздуха и жидкости в легких. Первое сообщение об использовании ультразвука для выявления пневмоторакса у людей было сделано Wernecke et al. в 1987

году .оценка травматического больного. Приложение было переименовано в исследование E-FAST, где буква «Е» означает расширенное обследование, включающее стандартные виды легких. Пневмоторакс можно разделить на две большие категории: травматический (включая ятрогенный) и атравматический . Атравматический пневмоторакс можно разделить на первичный спонтанный или вторичный спонтанный. Пневмоторакс обычно связан как с тупыми, так и с проникающими ранениями грудной клетки и является ведущей причиной предотвратимой заболеваемости и смертности. Травматический пневмоторакс , наиболее частый опасный для жизни результат тупой травмы грудной клетки, возникает более чем у 20% пациентов с тупыми травмами и примерно у 40% пациентов с проникающими ранениями грудной клетки. Диагноз пневмоторакса обычно ставится на основании комбинации клинических признаков и симптомов , которые могут быть малозаметными, и простой рентгенографии грудной клетки. Независимо от его проявления, раннее выявление и лечение пневмоторакса имеет решающее значение . Пневмоторакс малого (10% или менее) или среднего (11–40%) размера, как правило, не опасен для жизни, и его лечение варьируется. Однако задержка в диагностике и лечении, особенно у тех, кто на искусственной вентиляции легких может привести к прогрессированию пневмоторакса и результирующая гемодинамическая нестабильность. В этих критических ситуациях, когда легкий пневмоторакс может быть пропущен, быстрое УЗИ легких у постели больного может ускорить диагностику , лечение и реанимацию пациента, у которого в противном случае могла быть декомпенсация. Ультразвук играет хорошо известную установленную роль в диагностике травматического пневмоторакса. В одном проспективном исследовании хирурги - травматологи использовали портативное ультразвуковое устройство для проведения обследования E-FAST у пациентов с тупой или проникающей травмой. Их результаты показали, что исследование E-FAST имело чувствительность 58,9 % с положительным отношением правдоподобия 69,7 и специфичность 99,1% по сравнению с комбинированным стандартом. E-FAST также сравнивали с CXR, используя КТ в качестве золотого стандарта, показывая, что УЗИ имеет более высокую чувствительность, чем CXR, 48,8 и 20,9% соответственно, и аналогичную специфичность 99,6 и 98,7% соответственно. Кроме того, они отметили, что 63% всех диагностированных пневмотораксов были скрытыми. Традиционно они в конечном итоге диагностировались позже при компьютерной томографии. Хотя КТ остается золотым стандартом, они пришли к выводу, что ультразвук более чувствителен при выявлении скрытого травматического пневмоторакса по сравнению с рентгенографией. Аналогичным образом, в проспективном исследовании, проведенном Боллом и др., было отмечено, что до 76% всех травматических пневмотораксов были пропущены при стандартной переднезадней рентгенограмме грудной клетки в положении лежа при интерпретации травматологией. Это число было намного выше, чем в их предыдущем ретроспективном исследовании (55%), где интерпретация изображений полагалась на рентгенологов. Это подчеркнуло низкую чувствительность CXR в сценарии

срочной травмы и полезность выполнения быстрого УЗИ у постели больного, чтобы, возможно, помочь в диагностике, до отправки пациента на компьютерную томографию. Несколько других исследований подчеркивают полезность ультразвука по сравнению с рентгенографией для диагностики пневмоторакса в отделении неотложной помощи. Золотой стандарт для выявления пневмоторакса. Lichtenstein et al. показали, что УЗИ имеет чувствительность 95,3 % и специфичность 91,1% для выявления пневмоторакса у пациентов отделения интенсивной терапии (ОИТ). Однако в этой конкретной статье авторы ссылаются на то, что основной процесс в легких мог повлиять на точность УЗИ, что привело как к ложноположительным, так и к ложноотрицательным результатам.

Сонографическая диагностика пневмоторакса у постели больного может быть выполнена с помощью большинства ультразвуковых аппаратов без необходимости использования каких-либо сложных функций. Большинство аппаратов в настоящее время портативны и могут быть доставлены к постели, что особенно полезно для тяжелобольных и гемодинамически нестабильных пациентов, поскольку устраняет необходимость в транспортировке. Кроме того, врач, выполняющий сканирование, может сразу же интерпретировать результаты прикроватного УЗИ. Высокочастотный датчик с прямой линейной решеткой (5–13 МГц) может быть наиболее полезен при анализе поверхностных структур, таких как плевральная линия, и обеспечивает лучшее разрешение [ 17 ].] Микроконвексный или криволинейный матричный датчик может быть более подходящим для более глубокой визуализации легких, поскольку он обеспечивает лучшее проникновение (1–8 МГц) за счет меньшего разрешения. Наконец, некоторые выступают за использование датчика с фазированной решеткой, обычно используемого при визуализации сердца (2–8 МГц), поскольку его плоская и меньшая площадь основания лучше подходит для визуализации между ребрами. Пневмоторакс содержит воздух и не содержит жидкости, поэтому поднимается до наименее зависимой области грудной клетки. У лежащего больного эта область соответствует переднему отделу грудной клетки примерно во втором-четвертом межреберьях по среднеключичной линии. В этом месте выявляется большинство выраженных пневмотораксов у пациентов в положении лежа, что делает его рекомендуемой начальной областью для исследования при травме. Напротив, у пациента в вертикальном положении воздух будет скапливаться в апико-латеральном месте. Исходя из вышеизложенного, пациенты сканируются в положении лежа на спине или почти на спине. Датчик следует располагать в сагиттальном положении (индикатор указывает краниально) на переднюю грудную стенку примерно во втором межреберье по среднеключичной линии. Специалист по УЗИ должен сначала определить ориентиры двух ребер с задней тенью позади них и визуализировать плевральную линию между ними. Это обычно называют «признаком летучей мыши», когда надкостница ребер представляет собой крылья, а яркая гиперэхогенная плевральная линия между ними представляет тело летучих мышей. Если ребра не визуализируются, датчик следует медленно перемещать в каудальном направлении (книзу), пока на экране не появятся два ребра. Между этими двумя

ориентирами ребер видны два слоя плевры, париетальный и висцеральный, скользящие друг относительно друга. Как указывалось ранее, воздух будет подниматься к передней стенке грудной клетки, и поэтому с помощью этой простой техники возникнет достаточно большой пневмоторакс, чтобы потребовать плевральную дренажную трубку.



Рис. 1: Правильное расположение датчика при начальной оценке пневмоторакса. Датчик располагают на передней грудной стенке в сагиттальной ориентации, направив его в сторону головы пациента приблизительно во втором межреберье по среднеключичной линии.



Рис. 2: (а) «Знак летучей мыши». Два ребра с задним затенением представляют собой крылья летучей мыши, а гиперэхогенная плевральная линия - ее тело (б) Сагиттальное сканирование верхних межреберных промежутков, изображающее нормальную анатомию

Наличие скольжения плевры является наиболее важной находкой в нормальном аэрированном легком. Специалист по УЗИ должен визуализировать гиперэхогенную плевральную линию между двумя ребрами, движущуюся или мерцающую взад и вперед. Скольжение легких соответствует возвратно-поступательному движению висцеральной плевры по париетальной плевре, которое происходит при дыхании. Это динамический признак, который может быть идентифицирован на УЗИ как горизонтальное движение вдоль плевральной линии. Скольжение лучше всего видно на верхушке легкого у лежащего пациента. М-режим, который обнаруживает движение во времени, предоставляет больше доказательств того, что плевральная линия скользит. Это полезно для пациентов, у которых скольжение может быть незначительным, например, у пожилых людей или у пациентов с плохим легочным резервом, которые не делают глубоких вдохов. Курсор в М-режиме помещается над плевральной линией, и на экране отображаются два различных рисунка: неподвижная часть грудной клетки над плевральной линией создает

горизонтальные «волны», а скольжение ниже плевральной линии создает зернистый рисунок, «песок». Возникающая в результате картина напоминает волны, разбивающиеся о песок, и поэтому называется «симптомом морского берега» и присутствует в нормальном легком. «В-линии» или «артефакты хвоста кометы» — это артефакты реверберации, которые проявляются в виде гиперэхогенных вертикальных линий, которые простираются от плевры до края экрана, не исчезая. «Артефакты хвоста кометы» движутся синхронно со скольжением легких и дыхательными движениями. Несколько визуализируемых «В-линий» в зависимых областях ожидаются в нормальном аэрированном легком и визуализируются движущимися вместе со скользящей плеврой. Эти артефакты видны в нормальном легком из-за различий в акустическом импедансе между водой и воздухом. Чрезмерное количество «В-линий», особенно в передней части легкого, ненормально и обычно свидетельствует об интерстициальном отеке. Среднее время выполнения этого обследования варьируется от двух до трех минут; менее одной минуты, чтобы исключить пневмоторакс, и несколько минут, чтобы исключить его.

### **Эхографические признаки пневмоторакса.**

#### **Отсутствие скольжения легких.**

При пневмотораксе присутствует воздух, который разделяет висцеральную и париетальную плевру и препятствует визуализации висцеральной плевры. В этой ситуации скольжение легких отсутствует. Это отсутствие скольжения легкого можно визуализировать, идентифицируя ориентиры, обсуждавшиеся ранее. Два ребра должны быть идентифицированы с плевральной линией между ними. Типичных возвратно-поступательных движений или мерцания плевральной линии не будет. Тот же метод с использованием М-режима можно использовать для подтверждения отсутствия скольжения. Результирующая запись в М-режиме при пневмотораксе будет отображать только один паттерн параллельные горизонтальные линии выше и ниже плевральной линии, иллюстрирующие отсутствие движения. Этот узор напоминает «штрих-код» и часто называется «знаком стратосферы». Отрицательное прогностическое значение скольжения легких составляет 99,2–100%, что указывает на то, что наличие скольжения эффективно исключает пневмоторакс. Однако отсутствие скольжения легких не обязательно указывает на наличие пневмоторакса. Скольжение легкого прекращается при различных состояниях, кроме пневмоторакса, включая острый респираторный дистресс-синдром (ОРДС), легочный фиброз, большие уплотнения, плевральные спайки, ателектаз, интубацию правого ствола и паралич диафрагмального нерва. Значения специфичности варьируются от 60 до 99% в зависимости от популяции пациентов, с более высокими значениями в общей популяции и более низкими значениями в отделении интенсивной терапии и у пациентов с ОРДС. характерно для пневмоторакса, сочетание этого с другими признаками повышает точность диагноза.

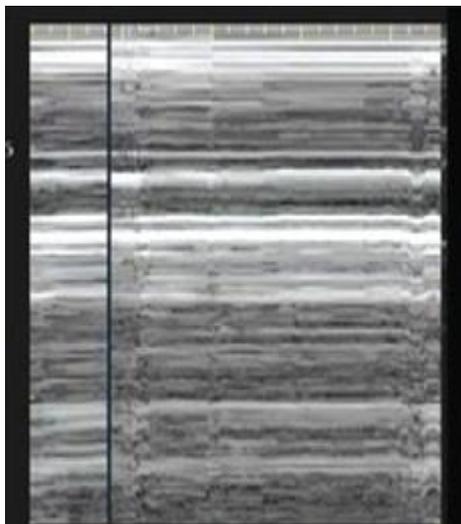


Рис. 5: М-режим и отсутствие скольжения легких показаны как «знак стратосферы»: параллельные горизонтальные линии выше и ниже плевральной линии напоминают «штрих-код». Этот признак указывает на пневмоторакс в этом межреберье.

Ультразвук демонстрирует потерю «артефактов хвоста кометы» у пациентов с пневмотораксом. Эти артефакты реверберации теряются из-за скопления воздуха в плевральной полости, что препятствует распространению звуковых волн и устраняет градиент акустического импеданса. визуализируется в пневмотораксе, поэтому эти артефакты не генерируются.

«А-линии» — другие важные торакальные артефакты, которые могут помочь в диагностике пневмоторакса. Это также артефакты реверберации, проявляющиеся в виде равномерно расположенных повторяющихся горизонтальных гиперэхогенных линий, отражающихся от плевры. Пространство между каждой А-линией соответствует одинаковому расстоянию между поверхностью кожи и париетальной плеврой. У нормального пациента, когда «В-линии» присутствуют, они простираются от плевральной линии и стирают «А-линии», поскольку они исходят к краю экрана. «А-линии» будут присутствовать у пациента с пневмотораксом, а «В-линии» — нет. Если скольжение легких отсутствует при наличии «А-линии», чувствительность и специфичность для скрытого пневмоторакса достигает 95 и 94% соответственно.

### **Знак точки легких**

«Точечный признак» возникает на границе пневмоторакса. Это происходит из-за скользящего легкого, периодически вступающего в контакт с грудной стенкой во время вдоха, и помогает определить фактический размер пневмоторакса. Этот знак может быть дополнительно очерчен с использованием М-режима, где во времени изображаются чередующиеся модели «морского берега» и «стратосферы». «Признак точки легкого» на 100% специфичен для пневмоторакса и определяет его границы. Расположение точки легкого полезно для определения размера пневмоторакса.

Если недостаток скользящее легкого визуализируется спереди, датчик можно постепенно перемещать в более латеральное и заднее положение на грудной клетке в поисках местоположения точки легкого. Чем латеральнее или позади идентифицируется «симптом точки легкого», тем больше пневмоторакс. Следовательно, если «симптом точки легкого» виден в передней части грудной клетки, сонографист может быть уверен, что пневмоторакс относительно небольшой. «Точечный знак» относительно низок (сообщается о 66%) и не наблюдается в случаях тотального коллапса легкого. Исследования показали соответствие между размером пневмоторакса на УЗИ и КТ, по сообщениям, в пределах 1,9–2,3 см.

### Другие признаки

«Power Slide» относится к использованию энергетического (ангиографического) доплера для выявления скользящих легких. Энергетический доплер очень чувствителен и улавливает тонкие потоки и движения. Если присутствует скользящее легкое, энергетическая доплерография высветит скользящую плевральную линию с цветным потоком. Этот метод может быть полезен в случаях тонкого скользящего, когда прямая визуализация может быть затруднена. Недостатком этого типа доплера является то, что из-за его повышенной чувствительности датчик необходимо держать устойчиво, а пациент должен быть неподвижен, чтобы предотвратить артефакты и ошибочное цветное течение по плевральной линии, когда скользящее фактически невозможно. «Пульс легких» относится к ритмичным движениям плевры синхронно с сердечным ритмом. Лучше всего его видно в участках легкого, прилегающих к сердцу, по плевральной линии. «Легочный пульс» является результатом вибрации сердца, передающейся на легочную плевру в плохо аэрируемом легком. Сердечная деятельность в основном выявляется по плевральной линии при отсутствии скользящих легких. В нормальном хорошо вентилируемом легком «пульс легких» отсутствует, так как скользящее легкое становится доминирующим и устойчивым к сердечным колебаниям.

**Выводы:** Торакальная сонография для выявления пневмоторакса стала хорошо зарекомендовавшим себя методом в условиях неотложной помощи. Он незаменим при тупой или проникающей травме грудной клетки, когда выявление пневмоторакса может предотвратить опасные для жизни последствия. Простота использования и портативность более новых аппаратов в сочетании с улучшенной подготовкой врачей позволили УЗИ грудной клетки стать полезным инструментом у постели больного у пациентов с респираторными жалобами. Традиционная переднезадняя рентгенограмма в вертикальном положении стала менее важной из-за ее низкой чувствительности при диагностике пневмоторакса по сравнению с УЗИ. Хотя компьютерная томография остается золотым стандартом и все еще может выявлять более мелкие скрытые пневмотораксы, которые пропускает ультразвук, ее недостатки становятся все более очевидными. Ультразвуковое исследование у постели больного устраняет необходимость транспортировки пациента в нестабильных

ситуациях, устраняет лучевую нагрузку, выполняется быстрее и сразу интерпретируется у постели больного без лишних задержек. Кроме того, это более рентабельно и может повторяться несколько раз во время реанимации. Кроме того, УЗИ является идеальным методом в условиях неотложной помощи и интенсивной терапии после выполнения определенных процедур, таких как торакоцентез или размещение центральной линии, для быстрого подтверждения наличия скопления легких и исключения ятрогенного пневмоторакса. Также было обнаружено, что это полезно в постинтубационном сценарии, когда подтверждение двустороннего соскальзывания легких исключает интубацию правого основного ствола. Растущая портативность новых ультразвуковых аппаратов упрощает их использование в службах экстренного реагирования и стихийных бедствиях, в медицине дикой природы, воздушном медицинском транспорте, сельской медицине и даже в исследованиях космоса. Исследования показывают, что распознаванию ключевых артефактов при УЗИ грудной клетки легко обучаются как врачи, так и немедицинские работники здравоохранения, и его использование продолжает расширяться во внебольничных условиях.

### Литература:

1. Abdurakhmanovich, K. O., & ugli, G. S. O. (2022). Ultrasonic Diagnosis Methods for Choledocholithiasis. *Central Asian Journal Of Medical And Natural Sciences*, 3(2), 43-47.
2. Abdurakhmanovich, K. O., & ugli, G. S. O. (2022). Ultrasound Diagnosis of the Norm and Diseases of the Cervix. *Central Asian Journal Of Medical And Natural Sciences*, 3(2), 58-63.
3. Alimdjanovich, R.J., Obid , K., Javlanovich, Y.D. and ugli, G.S.O. 2022. Advantages of Ultrasound Diagnosis of Pulmonary Pathology in COVID-19 Compared to Computed Tomography. *Central Asian Journal of Medical and Natural Science*. 3, 5 (Oct. 2022), 531-546.
4. Ball CG, Kirkpatrick AW, Laupland KB, Fox DI, Nicolaou S, Anderson IB, et al Incidence, risk factors, and outcomes for occult pneumothoraces in victims of major trauma *J Trauma*. 2005;59:917–25
5. Ball CG, Ranson K, Dente CJ, Feliciano DV, Laupland KB, Dyer D, et al Clinical predictors of occult pneumothoraces in severely injured blunt polytrauma patients: A prospective observational study *Injury*. 2009;40:44–7
6. British Thoracic Society Fitness to Dive Group, Subgroup of the British Thoracic Society Standards of Care Committee. British thoracic society guidelines on respiratory aspects of fitness for diving *Thorax*. 2003;58:3–13
7. Kadirov J. F. et al. NEUROLOGICAL COMPLICATIONS OF AIDS // *Journal of new century innovations*. – 2022. – Т. 10. – №. 5. – С. 174-180.
8. Khamidov OA, Akhmedov YA, Ataeva SKh, Ametova AS, Karshiev BO Role of Kidney Ultrasound in the Choice of Tactics for Treatment of Acute Renal Failure. *Central Asian journal of medical end natural sciences*. 2021;2(4):132-134
9. Khamidov OA, Akhmedov YA, Yakubov DZh, Shodieva NE, Tukhtaev TI DIAGNOSTIC POSSIBILITIES OF USES IN POLYCYSTOSIS OF KIDNEYS. *Web of scientist: International scientific research journal*. 2021;2(8):27-33

10. Khamidov OA, Ataeva SKh, Ametova AS, Yakubov DZh, Khaydarov SS A Case of Ultrasound Diagnosis of Necrotizing Papillitis. Central Asian journal of medical and natural sciences. 2021;2(4):103-107
11. Khamidov OA, Ataeva SKh, Yakubov DZh, Ametova AS, Saytkulova ShR ULTRASOUND EXAMINATION IN THE DIAGNOSIS OF FETAL MACROSOMIA. Web of scientist: International scientific research journal. 2021;2(8):49-54
12. Yakubov , J., Karimov , B., Gaybullaev , O., and Mirzakulov , M. 2022. Ultrasonic and radiological picture in the combination of chronic venous insufficiency and osteoarthritis of the knee joints. Academic Research in Educational Sciences. 5(3), pp.945–956.
13. Yakubov D. Z., Gaybullaev S. O. The diagnostic importance of radiation diagnostic methods in determining the degree of expression of gonarthrosis //UZBEK JOURNAL OF CASE REPORTS. – С. 36.
14. Yakubov Doniyor Javlanovich, Juraev Kamoliddin Danabaevich, Gaybullaev Sherzod Obid ugli, and Samiev Azamat Ulmas ugli. 2022. “INFLUENCE OF GONARTHROSIS ON THE COURSE AND EFFECTIVENESS OF TREATMENT OF VARICOSE VEINS”. Yosh Tadqiqotchi Jurnal 1 (4):347-57.
15. Кадиров Ж. Ф. и др. МАГНИТНО-РЕЗОНАНСНАЯ ТОМОГРАФИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПОРАЖЕНИЙ ЦЕНТРАЛЬНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ У БОЛЬНЫХ, ИНФИЦИРОВАННЫХ ВИРУСОМ ИММУНОДЕФИЦИТА ЧЕЛОВЕКА //Journal of new century innovations. – 2022. – Т. 10. – №. 5. – С. 157-173.
16. Хамидов О. А., Гайбуллаев Ш. О., Хакимов М. Б. ОБЗОР МЕТОДОВ ОБРАБОТКИ ИЗОБРАЖЕНИЙ ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ ПАТОЛОГИИ ГОЛОВНОГО МОЗГА: ПРОБЛЕМЫ И ВОЗМОЖНОСТИ //Journal of new century innovations. – 2022. – Т. 10. – №. 5. – С. 181-195.
17. Якубов Д. Ж., Гайбуллаев Ш. О. Влияние посттравматической хондропатии на функциональное состояние коленных суставов у спортсменов. Uzbek journal of case reports. 2022; 2 (1): 36-40. – 2022.